



Заочное Задание

Зимняя Пущинская Школа
2024 год



Оглавление

От авторов	3
1 Не так страшен графен, каким его малюют.....	4
2 Структура колониальных организмов.....	8
3 Страховка на все случаи жизни	12
4 Случилась оказия	13
5 Почём нынче мёртвые души?.....	14
6 Лунная походка.....	15
7 Очумелые ручки.....	15
8 Свой среди чужих	17
9 Пикник у Плюшкина	18



От авторов

Дорогой друг!

Из предложенного заочного задания постарайся решить как можно больше задач. В большинстве задач есть несколько вопросов разного уровня — можно отвечать на задачки, которые ты способен решить, а также присылать не полные решения (они также будут оцениваться)

Решения и ответы необходимо набрать и отправить на сайте <https://zpsb.unicorns-group.ru> до 23:59 16 марта.

Ты можешь пользоваться любой помощью, но обязательно укажи, кто тебе помогал («бабушка нашла нужное место в энциклопедии», или «учитель подсказал идею решения», или «я решил задачу самостоятельно»).

Также укажи, какими источниками информации ты пользовался при решении задач (названия справочников, учебников и энциклопедий, адреса веб-страниц). Если ты цитируешь сведения, почерпнутые в книгах, периодике или на веб-сайтах, обязательно выдели цитату кавычками и укажи источник.

Желаем удовольствия от решения интересных задач!

Успехов! 🙌



1 Не так страшен графен, каким его малюют

Самые длинные задачи обычно самые простые.

Олимпиадная мудрость

Углерод входит в состав всех живых существ и является основой жизни на Земле. По сути, органическая химия, которой посвящен весь 10 класс в школьной программе, изучает исключительно углерод, а также его взаимоотношения с другими элементами.

1. Какие 4 элемента (включая углерод) являются самыми распространенными в живых организмах?

Однако многообразие углерода проявляется и без соединения с другими элементами! Так, уже много веков известно множество аллотропных модификаций углерода, например, графит. Как известно, графит представляет собой слои атомов углерода, внутри которых углероды связаны прочными ковалентными связями (энергия связи ~ 170 кДж/моль связей), а связь между слоями обеспечивается слабым ван-дер-ваальсовым взаимодействием (энергия связи ~ 16 кДж/моль связей). Таким образом, отделить слои друг от друга не составляет труда, что мы и делаем при рисовании.

2. Какие ещё аллотропные модификации углерода известны людям с древних времен?
3. Оцените, сколько ван-дер-ваальсовых связей разрывает художник-график при штриховке области 5x5 см, если принять, что средняя сила нажима на карандаш при рисовании составляет 1 Н? Примите, что в итоге графит покрывает 80% исходной области, а толщина линии при штриховке равна 0.5 мм.
4. Какой минерал (класс минералов) очень похож по своим механическим свойствам на графит? Приведите название и химическую формулу минерала.



Примечательно, что отщеплять слои углерода интересно не только художникам, но и современным учёным. Так, в 2004 году, вооружившись скотчем, выходцы из России Андрей Константинович Гейм и Константин Сергеевич Новоселов решили разобрать графит до основания. И им это удалось, несмотря на расчеты теоретиков, опровергавшие такую возможность! В результате многократного приклеивания-отклеивания скотча от графита (по-научному этот процесс называется «эксфолиация»), они получили слой графита толщиной в один атом, названный **графеном** (см. рис. 1).

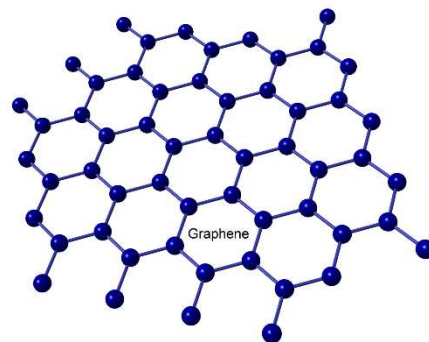


Рис. 1. Структура графена.

Удивительно, но это тончайшее в мире вещество можно увидеть невооруженным глазом! Действительно, графен отражает 0,1% падающего на него излучения, что достаточно для наблюдения. При этом 97,7% света проходит насквозь.

5. Предположите, куда «теряется» ещё 2,3% излучения.
6. Предположим, что вам удалось сделать структуру из трех слоев графена, подвешенных друг над другом в вакууме. Не используя законы физики и руководствуясь здравым смыслом, оцените, какая доля падающего излучения пройдет сквозь такую систему.

Открытие графена во многом сродни полету Гагарина в космос: ведь до 2004 года о веществах толщиной в 1 атом можно было только мечтать! И, как и полеты в космос стали обыденной вещью, так и эксфолиацией сейчас никого не удивишь. При этом оказалось, что «щепить» можно не только графен, но и многие другие вещества. На видео <https://www.youtube.com/watch?v=BmUnDLexwsM> вы увидите, как двое студентов получают монослой некоторого соединения **M** (видео на английском, но субтитры помогут вам понять происходящее).



7. С каким веществом работают авторы видео (проговаривают они название невнятно, а подпись в тайм-кодах содержит опечатку), если массовая доля серы в нем составляет примерно $2/5$? Как называется минерал, имеющий аналогичный состав? Кстати, этот минерал относится к классу минералов, загаданных в пункте 4.

Эксфолиировать можно не только углерод и **М**, но и ещё одно простое вещество **Ч**, образованное элементом **Ф**. Оно так же, как и графит, черное и обладает слоистой структурой. Известно, что названия аллотропных модификаций элемента **Ф** происходят от их цветов, сам элемент образует множество неорганических кислот, а также входит в состав крайне гигроскопичного бинарного вещества **О**.

8. Назовите элемент **Ф** и гигроскопичное вещество **О**.
9. Приведите уравнение реакции промышленного получения простого вещества **Ф** из самого распространенного его минерала. Укажите условия процесса.

Графен является хорошим проводником электричества, т.к. p_z электроны не участвуют в образовании связей в плоскости графена и могут свободно перемещаться над и под листом графена. Данный факт вкпе с невероятной компактностью обуславливает множество потенциальных применений графена: сейчас ведутся разработки по применению графена в электропроводящих чернилах, антикоррозийных покрытиях, суперконденсаторах, сенсорах биологических молекул, фотодетекторах и других областях.

Общепринятой характеристикой проводника является удельное сопротивление, которое в комбинации с длиной и поперечным сечением образца позволяет вычислить сопротивление образца. Однако для двумерных материалов поперечное сечение *штука тонкая* однозначно не определяется, и поэтому удельное сопротивление считается несколько иначе по сравнению с трехмерными материалами.



10. Запишите формулу для удельного сопротивления объемного проводника. По этой формуле оцените сопротивление листа графена 40×40 мкм, если принять его толщину равной размеру атома углерода (примерно 1,4 ангстрем (0,14 нм)). Удельное сопротивление графита $7 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Удельное сопротивление двумерных материалов можно вычислить по формуле $R = \rho_{2d} L_1/L_2$, где L_1 и L_2 – размеры листа, ρ_{2d} – двумерное удельное сопротивление.

11. К листу графена 10×50 мкм подвели контакты, как показано на рис. 2. По физическому смыслу определите, какая из длин на рисунке соответствует L_1 , а какая – L_2 . Определите удельное сопротивление графена, если сопротивление образца на рисунке 2 равно 5 кОм. Укажите размерность ответа.

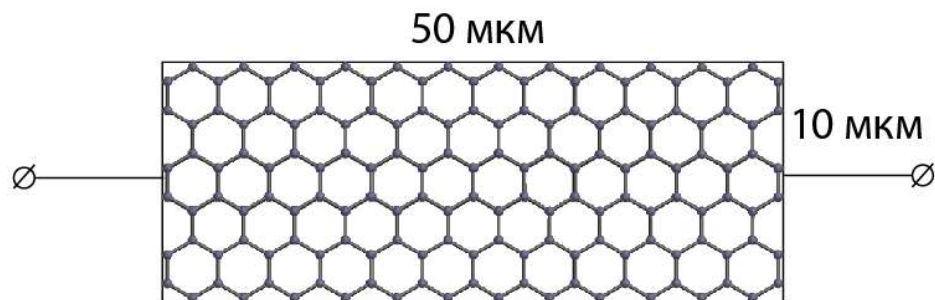


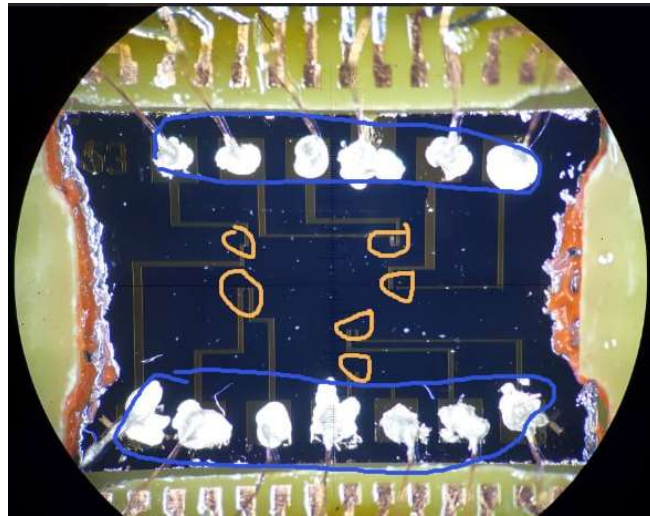
Рис. 2. Минималистичная схема листа графена с контактами

На практике создать контакт к графену несколько сложнее, чем просто подрисовать палочки к прямоугольнику в программе Paint. Фотографию одного из реальных фотодетекторов на основе графена, созданных учеными МФТИ, вы можете видеть на рис. 3.

Весь прибор располагается на подложке из кремния, покрытого тонкой плёнкой SiO_2 (синий прямоугольник по центру фото). Графена на фото, увы, не видно: он слишком маленький и расположен внутри желтых кружочков. К графену *напылены* (осаждены из газовой фазы) золотые контакты (прямые желтые линии на синем фоне). *Пылить* золото – удовольствие не из дешевых, поэтому к подложке подведены **Х**овые



«бонды» -- по сути, обыкновенный припой. И вот уже от этих «бондов» можно спокойно провести провода к источникам тока.



*Рис. 3. Фотография фотодетектора на основе графена. Внутри желтых кружочков находится графен; линии, идущие от кружочков – золотые контакты. Обведенные синим «блямбы» сделаны из металла **X**. Размер фото ~1 см.*

Металл **X** часто сопутствует в рудах легкоплавким металлам **Y** и **Z**, которые известны человеку с древних времен. Ещё более легкоплавким является сосед **X** по таблице Менделеева, металл **W**: он плавится прямо в руках!

- 12.** Определите загаданные металлы, если дополнительно известно, что элемент **X** содержит 2 полностью заполненные d-оболочки и ни одной заполненной f-оболочки. Назовите самый легкоплавкий и тугоплавкий металлы в таблице Менделеева. Из какого сплава можно сделать ложку, не тающую в руке, но тающую в горячем чае? Ответить на этот вопрос вам поможет выпуск передачи «Галилео» от 15.09.2010.

Приведите температуры плавления всех упомянутых веществ.

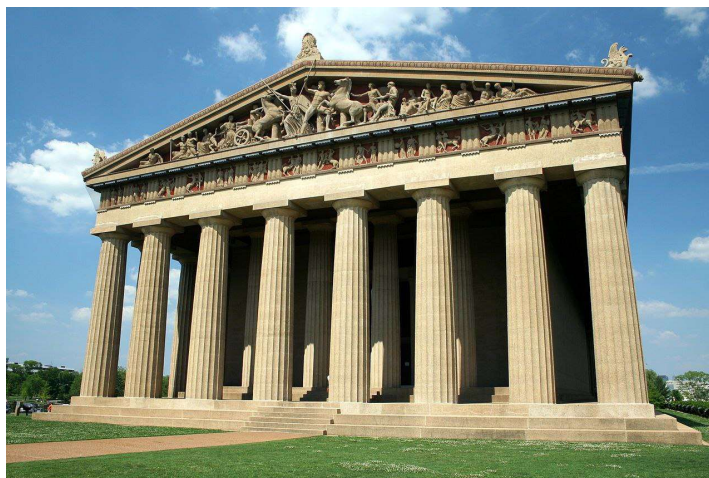
2 Структура колониальных организмов

Колонна — один из древнейших архитектурных элементов, без которого нельзя представить постройки не только древней Греции и Египта, но и

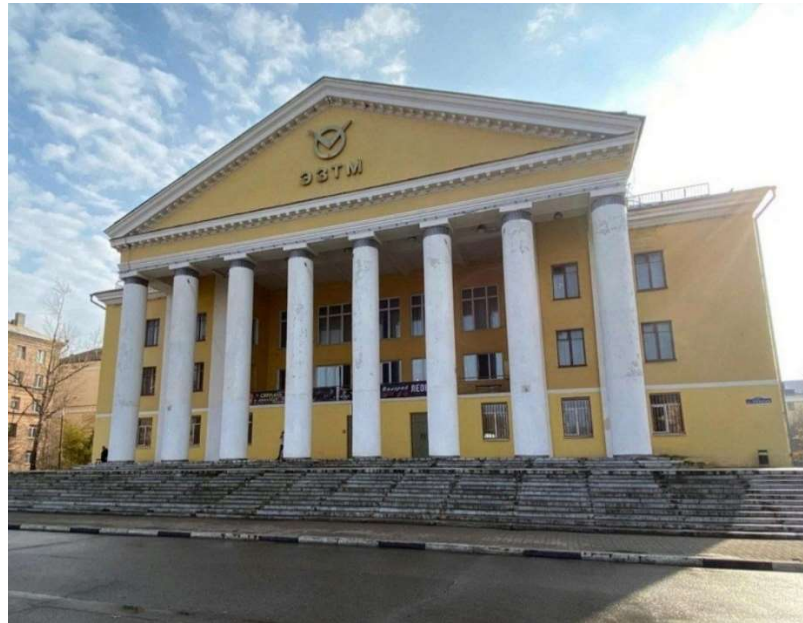


большинства периодов развития отечественной архитектуры. Она имеет не только конструктивную функцию опоры, но и является одним из ключевых элементов традиционной архитектурной композиции (архитектурный ордер), к которому обращались зодчие разных эпох. На фотографиях вы увидите различные интерпретации ордера в архитектуре зданий древнейших времён до наших дней. Ваша задача — сопоставить постройки их с временными периодами и архитектурными стилями и объяснить своё решение. В этом вам помогут не только колонны, но и некоторые другие детали.

- а)** второй период древнеримской архитектуры (II-I век до н.э.)
- б)** советский архитектурный авангард (1920-1930-е гг.)
- в)** эклектика (XIX век)
- г)** постсоветский архитектурный постмодернизм (1990-2000-е гг.)
- д)** советский модернизм (1962–1985 гг.)
- е)** советская «сталинская» архитектура (1930-1950-е гг.)
- ж)** советская архитектура периода «борьбы с излишествами» (1954-1964 гг.)
- з)** московский классицизм (вторая половина XVIII в. – первая половина XIX в.)
- и)** ранняя древнегреческая архитектура (V век до н.э.)









3 Страховка на все случаи жизни

У Вани собралось на компьютере большое количество фотографий с ЗПШ прошлых лет. И поскольку эти фотографии для него важны, то он решил максимально обеспечить их сохранность, придумав свой алгоритм записи. Он купил N количество одинаковых флешек, каждая объемом S и открыл папку с фото. Он начал распределять фотографии в папки, при этом папка по весу должна быть $\leq S$, фотографии не повторяются. Он берет



3 пустые флешки, наносит на них этикетку «Номер группы.Номер Папки» и копирует на них одну и ту же папку. Так для флешек «1.1», «2.1», «3.1» он запишет папку 1, для «1.2», «2.2» и «3.2» папку 2 и т.д. После записи на флешки, папка с компьютера удаляется. В итоге у него вышло 36 флешек по 4Гб.

- 1 Определите минимальное количество сломанных флешек, для безвозвратной потери хотя-бы одной фотографии
- 2 Определите коэффициент полезного пространства
- 3 Какую технологию пытался реализовать Ваня? Где она применяется? Какой вариант технологии конкретно он применил?
- 4 Предложите свой вариант, для оптимизации хранения данных, чтобы уменьшить количество используемых флешек. Скоростью можно пренебречь, но должна оставаться отказоустойчивость не менее 2 флешек для полной потери части информации.

4 Случилась оказия

В сказе Лескова «Левша» есть окказионализмы, слова, специально придуманные для этой истории автором и имитирующие речь человека малограмотного, но любящего цветистые выражения.

Большинство окказионализмов в сказе имеет в качестве источника два слова нормативного русского языка, например:

буреметр — буря + барометр;

керамиды — керамика + пирамиды;

нимфозория — нимфа + инфузория;

кислярка — кизлярка + кислая.

Прокомментируйте следующие окказионализмы, указав возможные исходные слова (обратите внимание, их должно быть два!) и те ассоциации, с которыми, как мы можем предположить, играет автор:



- 1 Аболон полведерский;
- 2 щиглеты;
- 3 ажидация;
- 4 свистовые;
- 5 потная спираль.

5 Почём нынче мёртвые души?

Во второй главе I тома «Мёртвых душ» читаем:

В других пансионах бывает таким образом, что прежде фортепяно, потом французский язык, а там уже хозяйственная часть. А иногда бывает и так, что прежде хозяйственная часть, то есть вязание сюрпризов, потом французский язык, а там уже фортепяно. Разные бывают методы.

Некоторые издания, например издание в серии «Библиотека всемирной литературы» (Москва, «Художественная литература», 1975), однако, ставят ударение над словом «методы»:

пансиона. В других пансионах бывает таким образом, что прежде фортепяно, потом французский язык, а там уже хозяйственная часть. А иногда бывает и так, что прежде хозяйственная часть, то есть вязание сюрпризов, потом французский язык, а там уже фортепяно. Разные бывают метóды. Не мешает сделать еще за-

Ясно, что без обозначенного ударения современный читатель с большой долей вероятности прочтёт слово «методы» как «мéтоды». Однако в первом издании «Мёртвых душ» (вышедшем ещё при жизни Гоголя) никакого ударения над словом «методы» не поставлено — при этом мы можем, располагая лишь текстом этой фразы в первом издании, доказать, что ударение поставлено верно. Как это сделать?



6 Лунная походка

Маленький принц решил опробовать свой автомобиль и из своего лагеря поехал вперёд, куда глаза глядят. Через $\sim 3\ 731\text{км}$ он повернул направо на 90° и также проехал $\sim 3\ 731\text{км}$. И, к своему удивлению, он оказался там, откуда начал путь.

- 1 Как такое возможно?
- 2 Предположите, где маленький принц развернул свой лагерь?
- 3 Чтобы вы ему порекомендовали взять, чтобы ему было комфортно во время путешествия?

7 Очумелые ручки

Решением задачи будет видео, на котором вы лично демонстрируете описанные действия. Вам потребуется:

- молния-застежка обыкновенная, длиной не менее 40 см (рис. 1)
- Булавка английская, 2 шт (рис. 2).

1. Возьмите обычную молнию длиной не меньше 40 см (её можно купить в швейном магазине) и прикрепите две булавки к молнии, как показано на рис. 3.
2. Свободные концы булавки зацепите за противоположные концы молнии (рис. 4).
3. Расстегните молнию до конца. Должно получиться две окружности.
4. Вернитесь на шаг 2. Закрутите молнию на 180 градусов (рис. 5), соедините концы молнии булавками. Как называется полученная фигура?
5. Проведите пальцем вдоль одного края полученной фигуры по кругу, пока не придете в точку старта. Какое расстояние прошел ваш палец относительно изначальной длины молнии? Как вы можете это объяснить?



6. Расстегните молнию до конца. Чем полученная фигура принципиально отличается от фигуры на шаге 4? Какое расстояние теперь получится, если провести пальцем по краю?
7. В результате закручивания, сцепления булавками и расстегивания молнии получите сцепленные окружности (кольцо в кольце). Поэкспериментируйте! Это несложно.



Рис. 1. Молния-застежка



Рис. 2. Булавки английская

Рис. 3. Иллюстрация к действию 1.

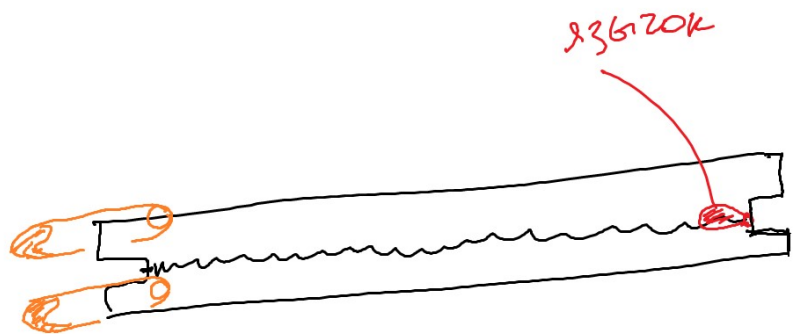


Рис. 4. Иллюстрация к действию 2.

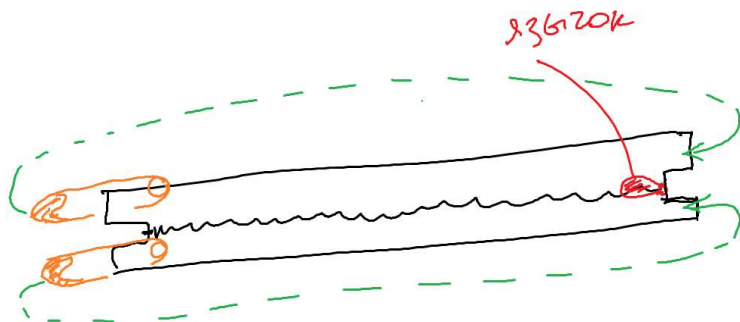
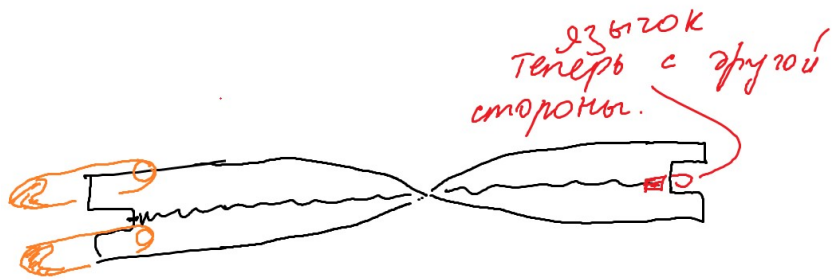




Рис. 5. Иллюстрация к действию 4.



8 Свой среди чужих

Ваня считает, что он недостаточно хорошо учится в школе, поэтому он решил провести анализ своих оценок и оценок своего одноклассника Пети за триместр и вывести некоторые закономерности и выводы из показателей. В школе Вани используется 10-ти бальная система оценок и поэтому количество его оценок выглядит следующим образом:

Оценка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество	0	2	7	8	9	9	11	28	16	10

Данные по оценкам Пети выглядят следующим образом:

Оценка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество	1	6	12	12	20	13	9	7	6	14

1. Посчитайте среднее арифметическое оценок для каждого из школьников. Как вам кажется, насколько хорошо оно отражает успеваемость?
2. Каких оценок у Вани больше всего? Если выписать все его оценки в ряд по возрастанию в соответствии с их количеством:

2 2 3 3 3 3 3 3 4...

Какое число окажется посередине? Как называется такая статистическая характеристика? Как вам кажется, она более «справедливая»? Почему она отличается от среднего арифметического?



- 3.** Какие еще способы проанализировать числовые данные можете предложить? Приведите значения для обоих школьников.
- 4.** Ваня прочёл в интернете статью про Гауссово распределение и, посмотрев на имеющиеся данные, считает, что с ними что-то не так и они не подчиняются этому правилу. Докажите или опровергните его догадки.

9 Пикник у Плюшкина

В день Большой Уборки В Кладовой Маша и Таня нашли очень много интересного: приближенную к идеальной математической форме жестяную банку мясных консервов, сухари с сине-зелёными вкраплениями, давно лопнувшую банку с квасом и банку с неопознанными маринованными грибами, купленную на маркетплейсе у продавца ООО «Сомнительные приколы».

- 1.** Хорошо, банка с квасом уже разбилась, но можно ли употребить остальное?

Пытливые читатели могут заметить, что банка с грибами описывается как предмет, не претерпевший никаких изменений.

- 2.** Предположи, что или кто стало причиной изменений остальных продуктов?
- 3.** Что произошло с банкой мясных консервов? Почему она изменила свою форму?

Банку с мясными консервами любопытные девочки отнесли в лабораторию. Там они смогли вырастить некие микроорганизмы, которые обладали следующими свойствами: они были неподвижны, после окраски по Граму становились фиолетовыми, имели палочкообразную форму, не нуждались в кислороде для роста, на твёрдой среде с яичным желтком вокруг бело-кремовых колоний среда становилась непрозрачной, а на триптон-сульфитном агаре колонии этих



микроорганизмов выростали чёрными, в неблагоприятных условиях клетки образовывали споры.

4. Предположи, какой микроорганизм был выделен. Достаточно ли сведения, приведённые тут, для определения вида микроорганизма? Если нет, то какие нужны дополнительные исследования?